

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 31 MAR 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 12 611.2

Anmeldetag: 21. März 2003

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
70567 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen
eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs

IPC: G 01 S 17/93

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Robertson

DaimlerChrysler AG

Sourell

11.03.2003

Verfahren und Vorrichtung zum Erfassen eines Objekts im Um-
feld eines Kraftfahrzeugs

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit einem das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten abtastenden Erfassungsmittel.
- 10 Aus der DE 101 16 277 A1 ist eine Einrichtung zum Erkennen von Objekten im Fahrbetrieb eines Kraftfahrzeugs mit einem abtastenden Erfassungsmittel, insbesondere einem Laser, bekannt, wobei relativ zum Fahrzeug sich bewegende Objekte im Hinblick auf Objektgröße, Reflexionsgrad, Geschwindigkeit und
- 15 Beschleunigung klassifiziert werden. Aus einer Unterkombination dieser Bewertungsgrößen wird eine zuordnende Identifikation des Objektes, beispielsweise als Personenkraftwagen, als Lastkraftwagen, als Motorrad, als Fahrrad oder als Fußgänger, vorgenommen.
- 20 Außerdem wird in der DE 195 03 960 A1 eine Objekterkennungsvorrichtung für Fahrzeuge mit einem Laser zum Ausstrahlen von Licht und einer Lichtempfangseinrichtung zum Empfangen des von einem Objekt reflektierten Lichts beschrieben (Laserscanner).
- 25 Der gepulste Laser tastet ein Umfeld mit einer vorgegebenen Anzahl von Schritten ab, beispielsweise mit einer Anzahl von 100 Schritten, wobei der Abstand und die Geschwindigkeit des Objekts in Recheneinrichtungen bestimmt werden.

Eine Hindernis-Identifizierungseinrichtung identifiziert auf Basis eines Verteilungsmusters der empfangenen Lichtintensität das erfasste Objekt.

- 5 Als nachteilig bei den bekannten Radarvorrichtungen wird seitens der Anmelderin erachtet, dass die Auflösung der verwendeten Laserscanner im Betriebsmodus in vielen Anwendungsfällen nicht ausreichend ist um die Ausdehnung eines zu erfassenden Objekts mit Sicherheit bestimmen zu können.

10

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit einem das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten abtastenden Erfassungsmittel anzugeben. Außerdem

15

soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben werden.

Die erstgenannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit den

20

Merkmale des Patentanspruchs 1.

Erfindungsgemäß werden bei Sensierung eines Reflexionssignals eines Objekts unter einem Winkel ϕ_i ($i=1,2,\dots,N$) die Winkelschritte im Winkelbereich zwischen den benachbarten Winkeln

25

ϕ_{i-1} und ϕ_{i+1} in Abhängigkeit von den Signallaufzeiten t_{i-1} , t_i und t_{i+1} der unter den Winkeln ϕ_{i-1} , ϕ_i und ϕ_{i+1} sensierten Reflexionssignale verfeinert. Zum Erfassen des Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs wird ein das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten $\phi_{i+1}-\phi_i$ abtastendes Erfassungsmittel ver-

30

wendet. Bei vielen Assistenz- und Sicherheitsfunktionen im Fahrzeug ist es unverzichtbar, die genauen Ausmaße der sich im Umfeld befindlichen Objekte zu kennen. Mit dem Verfahren ist eine sehr genaue Bestimmung der Ausmaße eines Objekts, beispielsweise eines Verkehrsteilnehmers, gewährleistet, wo-

durch beispielsweise eine Zuordnung in Klassen wie Fußgänger, Zweirad, Personenkraftwagen und Lastkraftwagen zuverlässig erfolgen kann. Jede dieser Klassen zeichnet sich durch ein spezifisches Beschleunigungsverhalten und Bewegungsmuster im Straßenverkehr aus. Eine gezielte und sichere Reaktion auf eine aktuelle Verkehrssituation wird durch das Verfahren ermöglicht.

In einer Ausgestaltung wird wenigstens ein zusätzlich zu sensierender Winkel φ_z ($z=1,2,\dots,N$) im Winkelbereich zwischen den Winkeln φ_{i-1} und φ_i bzw. φ_i und φ_{i+1} eingefügt, wenn die absolute Laufzeitdifferenz zwischen den Signallaufzeiten t_i und t_{i-1} bzw. t_i und t_{i+1} der Reflexionssignale einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Der vorgegebene Schwellwert für die absolute Laufzeitdifferenz wird so gewählt, dass markante Objektmerkmale (beispielsweise Lampen oder ein Kühlergrill bei einem Fahrzeug) zu messbaren Laufzeitdifferenzen zwischen benachbarten Reflexionssignalen führen, die unterhalb des vorgegebenen Schwellwerts für die absolute Laufzeitdifferenz liegen. Absolute Laufzeitdifferenzen zwischen den Signallaufzeiten t_i und t_{i-1} bzw. t_i und t_{i+1} benachbarter Reflexionssignale oberhalb des vorgegebenen Schwellwerts sind ein eindeutiger Hinweis für auffällige geometrische Veränderungen, welche insbesondere Objektbegrenzungen (beispielsweise der vorderen rechten Ecke des Fahrzeugs) zugeordnet werden können. Mit Einführung zusätzlich zu sensierender Winkel φ_z im Winkelbereich zwischen den Winkeln φ_{i-1} und φ_i bzw. φ_i und φ_{i+1} können Objektbegrenzungen wesentlich genauer bestimmt werden. Das Verfahren, nämlich das Einfügen weiterer zusätzlich zu sensierender Winkel φ_z , wird solange fortgeführt, bis eine zuverlässige Erfassung der Größe und eine Klassifizierung des Objekts gewährleistet ist.

Es ist von Vorteil, wenn die Abtastung (im Sinne von „Scanning“) im Wesentlichen horizontal, vertikal und/oder unter einem vorgegebenen Neigungswinkel erfolgt. Mit einer vertikalen oder unter einem vorgegebenen Neigungswinkel durchgeführten Abtastung kann beispielsweise das Vorhandensein und die Lage eines Rand- oder Bordsteins erkannt werden. Dadurch kann ein Auffahren auf den Randstein verhindert oder reifenschonend ausgeführt werden. Die Position und Ausrichtung des Randsteins kann auch für die Wahl einer Fahrzeugsollposition in einer Parklücke herangezogen werden. Zusätzlich kann die Kenntnis der Lage eines Randsteins zum Auffinden von vakanten Parklücken verwendet werden, die nicht durch zwei Fahrzeuge gegeben oder begrenzt sind, sondern vor, hinter oder neben einem einzelnen Fahrzeug liegen und anderseitig durch Randsteine begrenzt sind.

Die zweitgenannte Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9.

Erfindungsgemäß sind die abzutastenden Winkel ϕ_i mit der Vorrichtung individuell einstellbar. Dadurch wird eine kostengünstige Sensorik zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit einem oder einer sehr begrenzten Anzahl von Messstrahlen zur Verfügung gestellt, die kompakt und durch eine geringe Einbautiefe vielerorts im Fahrzeug positionierbar ist.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in der einzigen Figur näher erläutert, wobei die Figur einen Ausschnitt eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs in einer Draufsicht in schematischer Darstellung zeigt.

Ein in der Figur in einem Ausschnitt dargestelltes Objekt 1 befindet sich im Umfeld eines nicht weiter veranschaulichten Kraftfahrzeugs mit einem das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten abtastenden Erfassungsmittel zum Erfassen des Objekts 1. Die Anzahl der Winkelschritte hängt von der geforderten Auflösungsgenauigkeit ab. Das Objekt 1 weist in einem Oberflächenprofil 2 eine Ecke 4 und eine Auswuchtung 5 auf. Bei einem Kraftfahrzeug als Objekt 1 könnte die Ecke 4 beispielsweise eine vordere seitliche Begrenzung und die Auswuchtung 5 ein Scheinwerfer sein. Bei dem Objekt 1 kann es sich um bewegliche Verkehrsteilnehmer oder um fest positionierte Einrichtungen des Straßenverkehrs handeln. Als bewegliche Verkehrsteilnehmer kommen beispielsweise Fußgänger, Zweiräder, Personenkraftwagen und Lastkraftwagen in Betracht. Als fest positionierte Einrichtungen sind insbesondere Straßenschilder und Fahrbahnmarkierungen, beispielsweise Randsteine, zu nennen.

Das abtastende Erfassungsmittel umfasst einen distanzgebenden Sensor, wobei die abzutastenden Winkel ϕ_i ($i=1,2,3\dots N$) individuell einstellbar sind und die räumlich begrenzte Messrichtung des Sensors durch einen Pfeil 3 angegeben ist. Die Abtastung erfolgt in dieser Anwendung im Wesentlichen horizontal, d.h. parallel zu einer Fahrbahnoberfläche. Zum besseren Verständnis des Ausführungsbeispiels ist als Reflexionssignal 6 bis 13 der zum Reflexionssignal 6 bis 13 gehörige emittierte Strahl des Sensors in der Figur dargestellt. Zur weiteren Vereinfachung sind die Reflexionssignale 6 bis 13, welche unter den Winkeln ϕ_6 , ϕ_7 bis ϕ_{13} vom abtastenden Erfassungsmittel erfasst werden, als parallele Strahlen dargestellt.

Die Reflexionssignale 7, 8, 9, 11 werden von einer dem Fahrzeug zugewandten ebenen Fläche 14 des Oberflächenprofils 2 des Objekts 1 reflektiert. Die ebene Fläche 14 des Objekts 1

nimmt den größten Teil der dem Kraftfahrzeug zugewandten und vom Laser des Kraftfahrzeugs erfassbaren Ansicht des Objekts 1 ein.

- 5 Bei einem Verfahren zum Erfassen des Objekts 1 im Umfeld des Kraftfahrzeugs werden bei Sensierung von Reflexionssignalen 6 bis 11 unter den jeweiligen Winkeln ϕ_6 bis ϕ_{11} die Winkelschritte im Winkelbereich zwischen benachbarten Winkeln ϕ_6 bis ϕ_{11} in Abhängigkeit von den Signallaufzeiten t_6 bis t_{11}
- 10 der sensierten Reflexionssignale 6 bis 11 verfeinert. Wenn die absolute Laufzeitdifferenz zwischen den Signallaufzeiten t_6 bis t_{11} zweier jeweils benachbarter Reflexionssignale 6 bis 11 einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wird wenigstens ein zusätzlich zu sensierender Winkel ϕ_{12} im Winkel-
- 15 bereich zwischen diesen jeweils benachbarten Reflexionssignalen 6 bis 11 eingefügt.

- Dem vorgegebenen Schwellwert der absoluten Laufzeitdifferenz entspricht ein Schwellwert der Wegdifferenz für die Reflexionssignale 6 bis 13, da sich die Reflexionssignale 6 bis 13
- 20 jeweils mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Die Wegdifferenz ist als Wegdifferenzfenster 15 relativ zu den Reflexionssignalen 7, 8, 9 und 11 in die Figur eingetragen. Für eine vereinfachte Darstellung wurde das Wegdifferenzfenster 15, das
- 25 für alle Reflexionssignale 6 bis 13 gleich groß ist, nicht für die Reflexionssignale 6, 10, 12 und 13 in die Figur eingetragen. Der Schwellwert der absoluten Laufzeitdifferenz und dementsprechend das Wegdifferenzfenster 15 wird so groß gewählt, dass bei einer Abweichung in der Wegdifferenz zwischen
- 30 zwei benachbarten Reflexionssignalen 6 bis 13 die größer als das Wegdifferenzfenster 15 ist, davon ausgegangen werden kann, dass nicht beide Reflexionssignale zum Objekt 1 gehören.

5 Detailliert wird das Verfahren im Nachfolgenden beschrieben.
In einem ersten Abtastlauf des Objekts 1 mit den Reflexions-
signalen 6 bis 11, beispielsweise in einer Abtastung mit kon-
stanten Winkelschritten, wird das Objekt 1 mit den Reflexi-
onssignalen 7 bis 11 erfasst. Die Reflexionssignale 7 bis 11
werden vom Objekt 1 reflektiert und vom abtastenden Erfas-
sungsmittel des Kraftfahrzeugs erfasst, währenddessen das Re-
flexionssignal 6 nicht auf das Objekt 1 trifft und an ihm
seitlich vorbeiläuft. Mit dem ersten Abtastlauf werden im Re-
10 gelfall die Ausmaße, bei einer horizontalen Abtastung die
Breite, des Objekts 1 nicht genau genug erfasst, um das Ob-
jekt 1 eindeutig klassifizieren zu können. Ein konkretes
Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs als Reaktion auf das Vorhan-
densein des Objekts 1 kann aus den Ergebnissen der ersten Ab-
15 tastung im Regelfall nicht abgeschätzt oder abgeleitet wer-
den.

Um die Breite des Objekts 1 genauer zu erfassen, werden für
einen zweiten Abtastlauf des Objekts 1 die Signallaufzeiten
20 t_6 bis t_{11} der Reflexionssignale 6 bis 11 ausgewertet. Für
jedes Paar von unmittelbar benachbarten Reflexionssignalen 6
bis 11 wird die absolute Laufzeitdifferenz ihrer Signallauf-
zeiten t_6 bis t_{11} berechnet und mit dem vorgegebenen Schwell-
wert für die absolute Laufzeitdifferenz verglichen. Die abso-
25 lute Laufzeitdifferenz unmittelbar benachbarter Reflexions-
signale 6 bis 11 kann größer oder kleiner als der vorgegebene
Schwellwert für die absolute Laufzeitdifferenz sein. Entspre-
chend gilt für die Wegdifferenz zweier unmittelbar benachbar-
ter Reflexionssignale 6 bis 11, daß diese für eine absolute
30 Laufzeitdifferenz kleiner als dem vorgegebenen Schwellwert
innerhalb des entsprechenden Wegdifferenzfenster 15 liegt.
Die benachbarten Reflexionssignale 6 und 7 weisen eine abso-
lute Laufzeitdifferenz auf, die größer als der vorgegebene
Schwellwert für die absolute Laufzeitdifferenz ist. Alle an-

deren Reflexionssignale 8 bis 11 weisen zu ihren jeweils benachbarten Reflexionssignalen 7 bis 11 eine absolute Laufzeitdifferenz auf, die kleiner als der vorgeschriebene Schwellwert für die absolute Laufzeitdifferenz ist. Aufgrund
5 der geeigneten Wahl des Schwellwerts für die absolute Laufzeitdifferenz wird auch die Auswuchtung 5 als zum Objekt 1 zugehörig erkannt.

Für eine genaue Bestimmung der seitlichen Begrenzung des Objekts 1 im Bereich der Ecke 4 während des zweiten Abtastlaufs
10 wird im Winkelbereich zwischen den Winkeln ϕ_6 und ϕ_7 , unter welchen die Reflexionssignale 6 und 7 empfangen werden, wenigstens ein weiteres Reflexionssignal 12 (zur Unterscheidung als gestrichelter Pfeil dargestellt) unter einem Winkel ϕ_{12}
15 generiert. Der Winkelbereich zwischen den Winkeln ϕ_6 und ϕ_7 wird dadurch während des zweiten Abtastlaufs mit einer größeren Auflösung als während des ersten Abtastlaufs abgetastet, um die Begrenzung des Objekts 1 genauer zu bestimmen. Es können aber auch für den zweiten Abtastlauf mehrere zu sensie-
20 rende Winkel zusätzlich in den Winkelbereich eingefügt werden. Der zusätzlich zu sensierende Winkel ϕ_{12} kann in einem Intervallschachtelungsverfahren, beispielsweise durch Halbierung des Winkelbereichs zwischen den Winkeln ϕ_6 und ϕ_7 , oder in einem Iterationsverfahren mit einer geeigneten Wichtung
25 bestimmt werden. Das Reflexionssignal 12 wird ebenfalls vom Objekt 1 reflektiert und definiert deutlich besser die Abgrenzung des Objekts 1 als das Reflexionssignal 7.

Ist die gewünschte Auflösung für die Breite des Objekts 1
30 nach dem zweiten Abtastlauf immer noch nicht ausreichend, wird das Verfahren fortgesetzt. Für jedes Paar von unmittelbar benachbarten Reflexionssignalen 6 bis 12 wird wiederum die absolute Laufzeitdifferenz ihrer Signallaufzeiten t_6 bis t_{12} berechnet und mit dem vorgegebenen Schwellwert für die

absolute Laufzeitdifferenz verglichen. Die Reflexionssignale 6 und 12 weisen eine absolute Laufzeitdifferenz auf, die größer als der vorgegebene Schwellwert für die absolute Laufzeitdifferenz ist. In einem weiteren Abtastlauf wird daher in
5 den Winkelbereich zwischen den Reflexionssignalen 6 und 12 ein Reflexionssignal 13 (zur Unterscheidung als gepunkteter Pfeil dargestellt) unter einem Winkel ϕ_{13} generiert. Das Reflexionssignal 13 wird nicht vom Objekt 1 reflektiert. Das Verfahren zum Erfassen des Objekts 1 im Umfeld des Kraftfahr-
10 zeugs kann solange fortgeführt werden, bis eine zuverlässige Erfassung des Objekts 1 durch eine ausreichend genaue Bestimmung der Ausmaße gewährleistet ist.

Die Abtastung wird in diesem Ausführungsbeispiel horizontal
15 durchgeführt. Sie kann aber auch vertikal oder unter einem vorgegebenen Neigungswinkel erfolgen. Mit einer vertikalen Abtastung kann neben der Höhe des Objekts 1 auch das Vorhandensein und die Höhe von Randsteinen als Straßenbegrenzung erfasst werden. Randsteine besitzen zwei scharfe Kanten (je-
20 weils eine Kante auf Straßen- und auf Bürgersteigniveau) und eine Randsteinwand senkrecht zur Straßenoberfläche. Dadurch sind Randsteine sowohl in ihrer Lage als auch in ihrer Höhe mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr gut zu erfassen.

DaimlerChrysler AG

Sourell

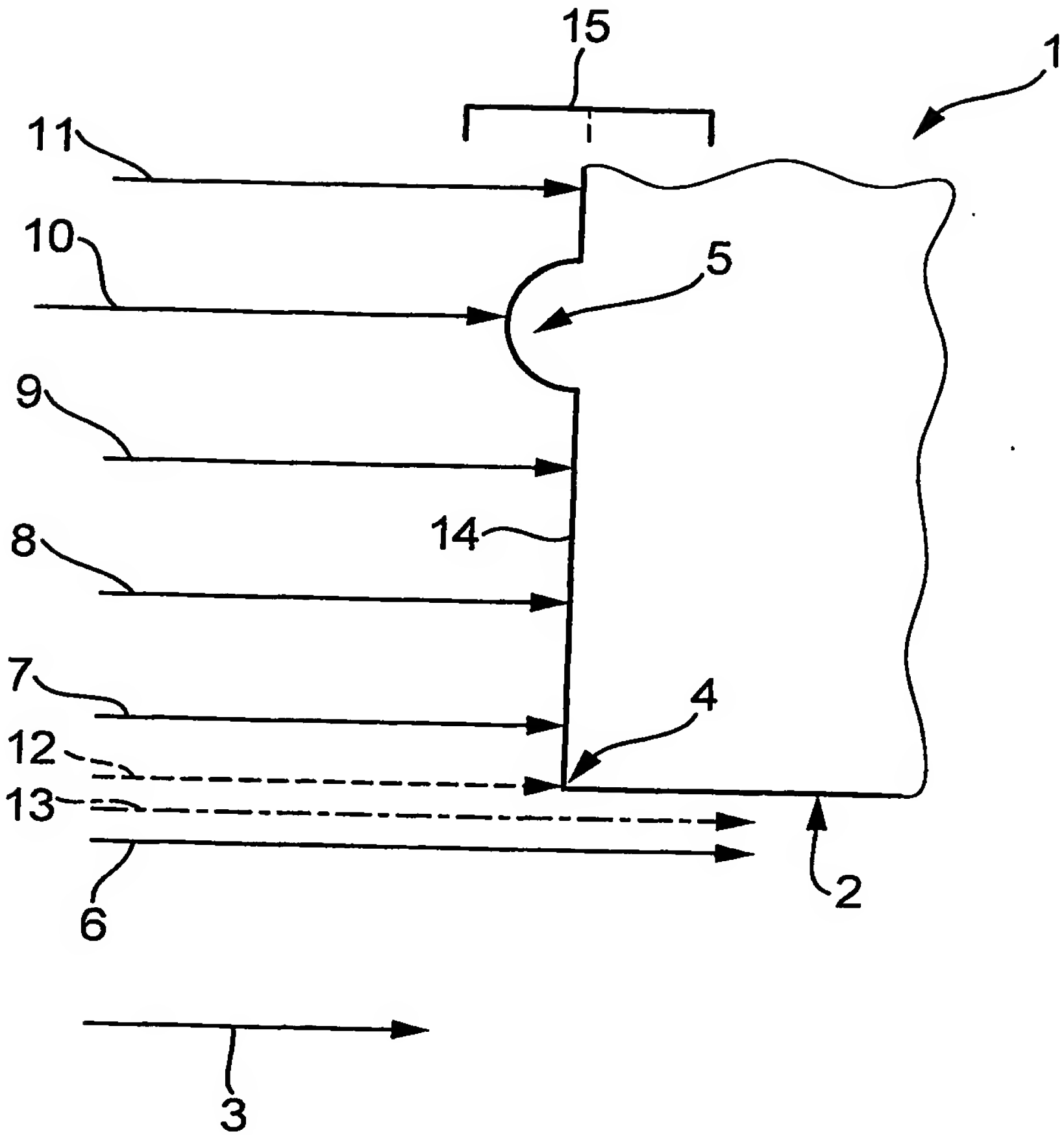
11.03.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Erfassen eines Objekts (1) im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit einem das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten $\varphi_{i+1}-\varphi_i$ ($i=1,2,\dots,N$) abtastenden Erfassungsmittel,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass bei Sensierung eines Reflexionssignals (6 bis 11) des Objekts (1) unter einem Winkel φ_i die Winkelschritte im Winkelbereich zwischen den benachbarten Winkeln φ_{i-1} und φ_{i+1} in Abhängigkeit von den Signallaufzeiten t_{i-1} , t_i und t_{i+1} der unter den Winkeln φ_{i-1} , φ_i und φ_{i+1} sensierten Reflexionssignale (6 bis 11) verfeinert werden.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass wenigstens ein zusätzlich zu sensierender Winkel φ_z
20 ($z=1,2,\dots,N$) im Winkelbereich zwischen den Winkeln φ_{i-1} und φ_i bzw. φ_i und φ_{i+1} eingefügt wird, wenn die absolute Laufzeitdifferenz zwischen den Signallaufzeiten t_i und t_{i-1} bzw. t_i und t_{i+1} der Reflexionssignale (6 bis 11) einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren solange fortgeführt wird, bis eine zu-
verlässige Erfassung des Objekts gewährleistet ist.
- 5
4. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zusätzlich zu sensierender Winkel ϕ_z in einem
Intervallschachtelungsverfahren bestimmt wird.
- 10
5. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zusätzlich zu sensierender Winkel ϕ_z in einem
Iterationsverfahren mit einer geeigneten Wichtung be-
stimmt wird.
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abtastung im Wesentlichen horizontal erfolgt.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abtastung im Wesentlichen vertikal erfolgt.
- 25
8. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abtastung unter einem vorgegebenen Neigungswin-
kel erfolgt.

9. Vorrichtung zum Erfassen eines Objekts (1) im Umfeld eines Kraftfahrzeugs zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
5 dass die Winkelschritte im Winkelbereich zwischen benachbarten Winkeln ϕ_{i-1} und ϕ_i in Abhängigkeit von den Signallaufzeiten t_{i-1} und t_i der unter den Winkeln ϕ_{i-1} und ϕ_i sensierten Reflexionssignale (6 bis 11) einstellbar sind.



DaimlerChrysler AG

Sourell

11.03.2003

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts im Umfeld eines Kraftfahrzeugs mit einem das Umfeld in vorgegebenen Winkelschritten $\varphi_{i+1}-\varphi_i$ ($i=1,2,\dots,N$) abtastenden Erfassungsmittel.
- 10 Erfindungsgemäß werden bei Sensierung eines Reflexionssignals des Objekts unter einem Winkel φ_i die Winkelschritte im Winkelbereich zwischen den benachbarten Winkeln φ_{i-1} und φ_{i+1} in Abhängigkeit von den Signallaufzeiten t_{i-1} , t_i und t_{i+1} der unter den Winkeln φ_{i-1} , φ_i und φ_{i+1} sensierten Reflexionssig-
- 15 nale verfeinert.